

# Soğuk Muhafaza Şartlarında Depolanan Kültür Çipura (*Sparus aurata*) ve Levrek (*Dicentrarchus labrax*) Balıklarında Elektronik Burun ve Bilgisayarlı Resim Analizi Kullanılarak Kalite Takibi

Ömer Alper ERDEM<sup>\*1</sup>, Şükran ÇAKLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ege Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, 35100 Bornova, İzmir, Türkiye

**Öz:** Bu çalışmada strafor kutularda, buzlanmış olarak +4°C de depolanmış kültür çipura (*Sparus aurata*) ve levreğin (*Dicentrarchus labrax*) kalite takibi elektronik burun, bilgisayarlı resim analizi ve diğer kalite kontrol analizleri (toplam uçucu bazik azot, tiyobarbitürik asit reaktif madde değeri, trimetilamin, toplam canlı ve psikrofil bakteri sayımı, duyu analizi, doku profil analizi) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Kalite takibi, mezofilik bakteri sayımının 9. günde çipura ve levrek için sırasıyla 7,66 ve 7,58 log cfu g<sup>-1</sup> değerlerine ulaşmasıyla bitirilmiştir. Bilgisayarlı resim analizi depolama sırasında meydana gelen renk değişimlerini CIELAB renk uzayına göre tespit etmiştir. Elektronik burun, temel bileşenler analizi ile depolama zamanlarına ait koku farklılaşmasını algılamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Çipura, levrek, koku, renk, balık kalitesi

**Quality Monitoring by Using Electronic Nose and Machine Vision on Cultured Seabream (*Sparus aurata*) and European Seabass (*Dicentrarchus labrax*) at Cold Storage Conditions**

**Abstract:** In this study, quality monitoring of cultured European seabass (*Dicentrarchus labrax*) and gilthead seabream (*Sparus aurata*), as iced in styrofoam boxes, stored at +4°C, was performed using electronic nose, machine vision and other quality control analyses (total volatile basic nitrogen, thiobarbituric acid reactive substances, trimethylamine, total viable count, psychrotrophic bacteria, sensory analysis and texture profile analysis). Quality monitoring was completed that mesophilic bacteria count of seabass and seabream were reached 7,66 and 7,58 log cfu g<sup>-1</sup> respectively, on day 9. Machine vision detected color changes during storage according to CIELAB colour space. Electronic nose has perceived odour differentiation of storage times using by principal component analysis.

**Keywords:** Gilthead seabream, European seabass, odour, colour, fish quality

## GİRİŞ

Balık kalitesinin takibi sırasında kimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel kalite analizleri ve duyu analizleri değerlendirilmekte kullanılmaktadır (Martinsdottir ve ark. 2009). Ölümünden birkaç saat sonra, balığın görünümünün cazibesi azalmaya başlar ve renkler sıradanlaşır (Schubring, 2009). Oluşan renk ölçüm cihazları ya da bilgisayarlı resim analizi tekniği ile ölçülebilir. Bilgisayarlı resim analiz tekniği günlük denetleme ve kalite güvenliği görevleri için çok uygundur (Abdullah, 2008). Chen ve ark. (2002), temel bir bilgisayarlı resim analiz sisteminin bileşenlerini, bir ışıklandırma sistemi, bir kamera, resimleri incelemek için bir bilgisayar ve bir bilgisayar yazılımından oluştuğunu bildirmiştir. Bilgisayarlı resim analizi su ürünlerinin görünüşüne dayanan boyut, şekil ve renk özelliklerini değerlendirebilir. İstiridyeye hacmi tespiti (Damar ve ark. 2006), balıkta rigor mortis takibi (Oliveira ve ark. 2004), işlenmiş balık etinin (Balaban ve ark. 2006) ve bütün balığın (Erdem ve ark. 2011) rengi üzerinde bilgisayarlı resim analizi ile ilgili çok sayıda çalışma mevcuttur.

Elektronik burun tekniği kendiliğinden balıktaki bozulma kokusunu etkileyen farklı mikroflora ile biyokimyasal ve oksidatif süreçler tarafından ortaya çıkarılan uçucu bileşenleri değerlendiren çok sensörlü bir sistemdir (Di Natale ve Olafsodottir, 2009; Nanto ve Stetter, 2003). Su ürünlerinin tazelik ve kalite değerlendirilmelerinde elektronik burun çipura (Barat ve ark., 2008), levrek (Limbo ve ark., 2009), Atlantik somonu (Olafsodottir ve ark., 2005a), morina (Olafsodottir ve ark., 2005b), ringa (Mai ve ark., 2009), sardalya (El Barbri ve ark., 2008), tilapia (Korel ve

ark., 2001), kolyoz (Miyasaki ve ark., 2011), istavrit (Güney ve Atasoy, 2012) gibi birçok tür üzerinde çalışmalar gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmanın amacı elektronik burun ve bilgisayarlı resim analizinin soğuk muhafazada depolanmış levrek ve çipura balıklarının kalite değerlendirilmesinde kimyasal, mikrobiyal, doku ve duyu analizleri ile beraber kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Materyal olarak porsiyonluk kültür çipura (*Sparus aurata*) ve kültür levrek (*Dicentrarchus labrax*) balıkları bir işleme tesisinden temin edilmiştir. Balıklar strafor kutularda buz içinde 0-4°C arasında soğuk zincir koşullarında Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi İşleme Teknolojisi Laboratuvarına transfer edilmiş ve depolamaya alınmıştır.

### Kimyasal Kalite Kontrol Analizleri

Toplam uçucu bazik azot (TVB-N) (Vyncke 1996), tiyobarbitürik asit reaktif madde değeri (TBARS) (Lemon, 1975) ve trimetilamin (TMA) (AOAC, 1984) analizleri depolama süresince yapılmıştır.

### Mikrobiyolojik Analizler

Harrigan and McCance (1976) bildirdiklerine göre Plate

**Sorumlu Yazar:** [omer.alper.erdem@ege.edu.tr](mailto:omer.alper.erdem@ege.edu.tr) Bu çalışma doktora tezi ürünüdür ve Ege Üniversitesi Rektörlüğü 12-SÜF-007 Numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.

**Geliş Tarihi:** 16 Mayıs 2018

**Kabul Tarihi:** 18 Kasım 2018

Count Agar besi yeri kullanılarak toplam mezofilik aerobik canlı sayımı ve psikrofil canlı sayımı yapılmıştır.

#### Duyusal Analizler

Duyusal analiz için Tazmanya Gıda Araştırma Biriminin kullandığı duyu analiz değerlendirmeyi uyarlayan Alasalvar ve ark. (2001) bildirdiği şekilde gerçekleştirilmiştir.

#### Doku Profil Analizi (TPA)

Enstrümental doku profil analizleri (TPA) TA.XT plus doku analiz cihazı (Stable Micro Systems, Godalming, UK) ile Schubring (2002) metodu referans alınarak yapılmıştır.

#### Elektronik Burun Ölçümleri

TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi'ne bağlı Malzeme Enstitüsü tarafından geliştirilen 14 adet kuartz kristal mikrobalsans sensöre sahip Hz cinsinden ölçüm yapan elektronik burun (Şekil 1) çalışmada kullanılmıştır. Erdem (2016) bildirdiği şekilde elektronik burun sistemine içine balık koyularak örnekleme yapılacağı desikatör bağlanmıştır. Toplanan veriler, temel bileşen analizini (principal component analysis- PCA) kullanan yazılım ile işlenmiştir (Erdem, 2016)



Şekil 1. Elektronik burun sistemi

#### Bilgisayarlı Resim Analizi

Işıklılandırma sistemi dış ortamdaki ışığın görüntüyü etkilememesi amacıyla MDF malzemeden yapılmış kapalı bir

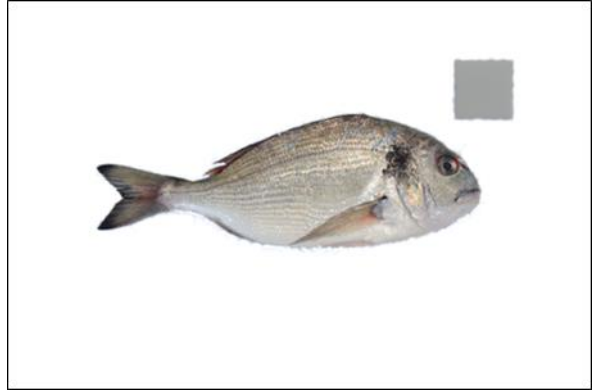
**Çizelge 1.** Kimyasal kalite kontrol analizleri (TVB-N (mg 100g<sup>-1</sup> balıketi), TMA (mg 100g<sup>-1</sup> balıketi) ve TBARS (µmol malonaldehit 100g<sup>-1</sup>))

	Çipura			Levrek		
	TVB-N	TMA	TBARS	TVB-N	TMA	TBARS
<b>T1</b>	23,34±1,35 <sup>a</sup>	1,82±0,28 <sup>a</sup>	0,23±0,04 <sup>a</sup>	21,28±1,93 <sup>a</sup>	1,89±1,07 <sup>a</sup>	0,18±0,03 <sup>a</sup>
<b>T3</b>	26,89±1,35 <sup>ab</sup>	1,71±0,50 <sup>a</sup>	0,29±0,07 <sup>ac</sup>	25,71±3,07 <sup>ab</sup>	1,57±0,58 <sup>a</sup>	0,14±0,04 <sup>a</sup>
<b>T5</b>	25,12±2,70 <sup>ab</sup>	1,96±0,74 <sup>a</sup>	0,32±0,06 <sup>ab</sup>	27,19±3,11 <sup>ab</sup>	1,30±0,12 <sup>a</sup>	0,16±0,05 <sup>a</sup>
<b>T7</b>	25,86±1,99 <sup>ab</sup>	2,12±0,24 <sup>a</sup>	0,39±0,04 <sup>bc</sup>	26,45±2,09 <sup>ab</sup>	1,65±0,26 <sup>a</sup>	0,18±0,03 <sup>a</sup>
<b>T9</b>	32,06±4,65 <sup>b</sup>	2,39±0,17 <sup>a</sup>	0,46±0,03 <sup>b</sup>	31,32±1,55 <sup>b</sup>	2,78±0,18 <sup>a</sup>	0,19±0,03 <sup>a</sup>

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel farkı belirtmektedir (p<0,05) n=3

TVB-N analizinde 25 mg 100g<sup>-1</sup> değerinin altı balıketi kalitesinin çok iyi olduğunu, 30-35 mg 100g<sup>-1</sup> değeri balıketinin tüketebildiğini gösterir (Çaklı, 2010). Kalite takibinin sonunda hem çipuraya hem levreğe ait TVB-N değerleri sınır değer olan 35 mg 100g<sup>-1</sup> balıketi altında kalmıştır (Çizelge 1). İlk analiz günü ile depolamanın son günü arasında çipura ve levrek için istatistiksel fark önemli (p<0,05) bulunmuştur. Zaragoza ve ark. (2013), 0-4°C depolanmış çipura balığının 18,88 mg 100g<sup>-1</sup> değeri ile

kutu ve 2 adet floresan lamba ile oluşturulmuştur. Nikon marka D7100 model fotoğraf makinesi görüntü almak için kullanılmıştır. Yazılım olarak LensEye (Version 10.12.4, Engineering and CyberSolutions, 4008 N.W. 122 Street Gainesville, FL 32606, A.B.D.) renk analiz programı kullanılmıştır. Balığın kafa kısmının yukarısında kalan alana kalibrasyon için *neutral 6,5* (L\* = 66,766; a\* = -0,734; b\* = -0,504) rengine ait tabaka yerleştirilmiştir (Şekil 2). Resimlerin LensEye yazılımı ile L\*, a\*, b\* renk değerleri hesaplanmıştır (Erdem ve ark. 2011; Erdem, 2016)



Şekil 2. Yazılımın analizi sonrası elde edilen görüntü

#### İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analiz, Microsoft Excel 2010 yazılımı ile ortalama ve standart sapma hesaplanmıştır. SPSS Statistics 20 ile One-way ANOVA analizi kullanılarak istatistiksel değerlendirme yapılmıştır.

#### BULGULAR ve TARTIŞMA

##### Kimyasal Kalite Kontrol Analizleri

Kimyasal kalite kontrol analizleri ait sonuçlar Çizelge 1'te gösterilmiştir.

başlayan TVB-N değerinin 11 günlük depolama sonunda 21,33 mg 100g<sup>-1</sup>'a yükseldiğini bildirmişlerdir. Grigorakis ve ark. (2003), çipuranın depolamanın 1 ve 8. günlerinde sırasıyla TVB-N değerlerini Ocak ayı için 14,4 ve 17,92 olarak bildirmiştir. Çaklı ve ark. (2006a), buzdolabı koşulları altında buzda depolanmış bütün çipuranın ilk gün ve 7. gün sonuçları sırasıyla 14,06 ve 20,90 mg 100g<sup>-1</sup> değerleri yukarıdaki değerler ile benzerdir. Farklı ülkelerde yetiştiriciliği yapılan levreğin kalitesini inceleyen Fuentes ve

ark. (2010), ilk gün TVB-N değerlerini Yunanistan için 24,99 ve İspanya için 24,19 mg 100g<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Kilinc ve ark. (2007), yaprak buz ile depolanmış levreğin 8. Gün TVB-N değerini 30,6 mg 100g<sup>-1</sup> olarak vermişlerdir. Özden ve ark. (2007), buzdolabı koşulları altında kalitesini inceledikleri levreğin 7. analiz günü değeri 27,54 mg 100g<sup>-1</sup> olarak bildirmişlerdir. TMA için hem çipura hem levreğin kalite takibi sırasında analiz günleri arasında önemli istatistiksel fark (p>0,05) bulunmamıştır (Çizelge 1). Çaklı ve ark. (2006b), temizlenmemiş çipura ve levrek için 7. analiz günü TMA değerlerini sırasıyla 3,49 ve 2,80 mg 100g<sup>-1</sup> olarak bildirmişlerdir. Kilinc ve ark. (2007), +4°C'de depolanmış çipura ve levrek için TMA değerini ilk gün sırasıyla 0,98 mg 100g<sup>-1</sup>, 1,33 mg 100g<sup>-1</sup> ve 8. gün sırasıyla 2,99 mg 100g<sup>-1</sup>, 2,91 mg 100g<sup>-1</sup> olarak bildirmiştir. Özden ve ark. (2007), kültür levreğin 1 ve 5. günlerde TMA değerini sırasıyla 2,25 ve 2,87 mg 100g<sup>-1</sup> bildirmişlerdir. Robles-Martinez ve ark. (1982), tiyobarbütürik asit reaktif madde (TBARS) analizinden gelen değerleri objektif incelemek için 8 µmol kg<sup>-1</sup> kadar olan değerler "mükemmel", 20 µmol kg<sup>-1</sup> olan değerler "iyi" ve 21 µmol kg<sup>-1</sup> üstü değerler "kabul edilemez" olarak değerlendirilen bir skala bildirilmiştir. Mevcut çalışmada, TBARS değerleri depolamanın sonunda çipura için 0,46 ve levrek için 0,19 µmol 100g<sup>-1</sup> değerlerine ulaşmıştır (Çizelge 1). Levrek balığının TBARS değerleri arasında istatistiksel fark görülmemiştir (p>0,05). Grigorakis ve ark. (2003), çipuranın 8. analiz gününde TBARS değerini 3,41 µmol kg<sup>-1</sup> olarak bildirmişlerdir. Taliadourou ve ark. (2003), bütün levreğin kalite takibinde 9. analiz gününde

**Çizelge 2.** Mikrobiyolojik kalite kontrol analizleri

	Çipura		Levrek	
	TMACS	PCS	TMACS	PCS
<b>T1</b>	1,26±1,41 <sup>a</sup>	0,94±0,92 <sup>a</sup>	3,07±2,66 <sup>a</sup>	1,61±1,39 <sup>a</sup>
<b>T3</b>	3,23±0,74 <sup>ac</sup>	1,00±1,73 <sup>a</sup>	3,20±0,11 <sup>a</sup>	3,32±0,49 <sup>a</sup>
<b>T5</b>	1,33±2,30 <sup>a</sup>	1,66±1,52 <sup>a</sup>	4,15±1,03 <sup>ab</sup>	1,20±2,07 <sup>a</sup>
<b>T7</b>	5,25±0,88 <sup>bc</sup>	2,33±2,08 <sup>a</sup>	5,31±0,64 <sup>ab</sup>	3,43±3,09 <sup>a</sup>
<b>T9</b>	7,66±0,50 <sup>b</sup>	6,34±0,61 <sup>b</sup>	7,58±0,39 <sup>b</sup>	6,05±0,72 <sup>a</sup>

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel farkı belirtmektedir (p<0,05) n=3

### Duyusal Analizler

Çaklı ve ark. (2006a), Tazmanya Gıda Araştırma Biriminin metoduna göre toplam 38 puan üzerinden alınmış 20 puanın balık için "kabul edilemez" bulunduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada kullanılan duyusal analiz metodu da 38 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Her iki türün duyusal değerlendirme ortalamaları depolamanın sonunda sınır değerini aşmamış olmasına karşın çipura 9. günde 19,60 ile sınır değerine çok yaklaşmıştır (Çizelge 3). Çaklı ve ark. (2006c), kültür levreğinin Tazmanya Gıda Araştırma Birimi'nin bildirdiği yonteme göre yaptıkları duyusal değerlendirme de 11. günde duyusal parametrelerde kötüleşme olsa da kabul edilebilir olduğunu, 11. günden sonra balığın kabul edilemez olduğunu bildirmişlerdir. Erkan ve Özden (2006), buzdolabı koşullarında depolanmış temizlenmemiş levreğin 9. günde duyusal analiz metodunda skoru 19,96'ya ulaştığını bildirmişlerdir. Alvarez ve ark. (2008), hasat öncesi 24, 48

ve 72 mg malonaldehit kg<sup>-1</sup> değerlerini elde etmişlerdir. Çizelge 1'te levrek oksidasyon değerleri Nishimoto ve ark. (1985) göre iyi kalite olarak nitelendirilebilir.

### Mikrobiyolojik Kalite Kontrol Analizleri

Hem çipura hem levrek 9. analiz gününde ICMSF (1986) tarafından belirtilen 7,00 log cfu g<sup>-1</sup> sınır değerinin üzerinde bulunmuştur (Çizelge 2). Bununla beraber, psikrofil canlı sayımlarında her iki tür de 7,00 log cfu g<sup>-1</sup> altında kalmıştır. Zaragoza ve ark. (2013), çipuranın mezofilik bakteri değerlendirmesinde başlangıç kalitesini mükemmel olarak bulmuş ve çalışmanın 7. gününde sınır değerlerine ulaştığını bildirmişlerdir. Çaklı ve ark. (2006b), temizlenmemiş çipura için ilk gün mezofilik sayımını 3,83 log cfu g<sup>-1</sup> ve 9. analiz gününde 7,39 log cfu g<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Erkan ve Üretener (2010), taze çipuranın kalitesini inceledikleri çalışmalarında mezofilik sayımını 7. gün için 3,89 ve 10. gün için 4,24 log cfu g<sup>-1</sup> olarak bulmuşlardır. Taliadourou ve ark. (2003), Akdeniz kültür levreğinin depolamanın 9. gününde mezofilik sayımını 5,5 log cfu g<sup>-1</sup> ve 16. gününde 7,0 log cfu g<sup>-1</sup> olarak bildirmişlerdir.

Çaklı ve ark. (2006a), buzdolabı koşullarında buzdolabı depolanmış çipura ve levreğin psikrofil bakteri sayımını 7. ve 14. gün sırasıyla 5,10, 8,24 log cfu g<sup>-1</sup> (çipura) ve 5,06, 8,03 log cfu g<sup>-1</sup> (levrek) olarak bulmuşlardır. Alvarez ve ark. (2008), hasat öncesi 24, 48 ve 72 saat aç bırakılan çipuraların depolamanın 7. gününde psikrofil bakteri sayımları sırasıyla 3,26, 4,40 ve 4,22 log cfu g<sup>-1</sup> olarak bulunmuştur.

ve 72 saat aç bırakılan hasattan sonra yaprak buz içinde buzdolabı koşullarında depolanmış çipuraların duyusal değerlendirmesini kalite indeks metodu kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Depolamanın 7. gününde hasattan sonra 24, 48 ve 72 saat aç bırakılan çipuraların kalite indeks skorları sırasıyla 24,23, 27,14 ve 28,85 bulunmuştur.

### Doku Profil Analizi (TPA)

Her iki tür içinde başlangıç sertlik ve çiğnenabilirlik parametrelerine ait değerler depolamanın sonunda düşüş göstermiştir. Dış yapışkanlık, iç yapışkanlık ve elastiklik parametrelerine göre hem çipura hem levrek için istatistiksel fark bulunmamıştır (p>0,05). Esneklik parametresine göre çipura ve levrek için depolama başlangıcı ve bitimi arasında istatistiksel farkın önemli olmadığı (p>0,05) gösterilmiştir (Çizelge 4, 5).

**Çizelge 3.** Duyusal değerlendirme sonuçları

	Çipura	Levrek
<b>T1</b>	5,60±2,88 <sup>a</sup>	6,40±4,15 <sup>a</sup>
<b>T3</b>	8,40±4,09 <sup>a</sup>	7,00±1,22 <sup>a</sup>
<b>T5</b>	14,60±2,88 <sup>b</sup>	15,60±1,51 <sup>b</sup>
<b>T7</b>	17,60±3,04 <sup>b</sup>	18,60±3,28 <sup>b</sup>
<b>T9</b>	19,60±3,28 <sup>b</sup>	18,60±2,19 <sup>b</sup>

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel farkı belirtmektedir ( $p<0,05$ )  $n=5$

**Çizelge 4.** Çipura doku profil analizi sonuçları

	T1	T3	T5	T7	T9
<b>Sertlik</b>	1163,12±573,22 <sup>a</sup>	894,77±242,11 <sup>ab</sup>	731,77±201,25 <sup>b</sup>	907,76±178,25 <sup>a</sup>	797,39±153,31 <sup>a</sup>
<b>Dış yapışkanlık</b>	-9,43±6,55 <sup>a</sup>	-10,31±4,00 <sup>a</sup>	-7,07±3,27 <sup>a</sup>	-10,24±5,89 <sup>a</sup>	-9,90±2,35 <sup>a</sup>
<b>Esneklik</b>	0,37±0,05 <sup>ab</sup>	0,37±0,06 <sup>ab</sup>	0,29±0,10 <sup>a</sup>	0,34±0,03 <sup>ab</sup>	0,38±0,04 <sup>b</sup>
<b>İç yapışkanlık</b>	0,24±0,04 <sup>a</sup>	0,22±0,04 <sup>a</sup>	0,18±0,06 <sup>a</sup>	0,23±0,08 <sup>a</sup>	0,22±0,04 <sup>a</sup>
<b>Çiğnenebilirlik</b>	113,76±93,79 <sup>a</sup>	73,24±20,98 <sup>ab</sup>	45,40±20,82 <sup>b</sup>	70,82±23,28 <sup>ab</sup>	68,92±21,52 <sup>ab</sup>
<b>Elastiklik</b>	0,14±0,02 <sup>a</sup>	0,12±0,03 <sup>a</sup>	0,09±0,02 <sup>a</sup>	0,12±0,07 <sup>a</sup>	0,13±0,03 <sup>a</sup>

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel farkı belirtmektedir ( $p<0,05$ )  $n=10$

**Çizelge 5.** Levrek doku profil analizi sonuçları

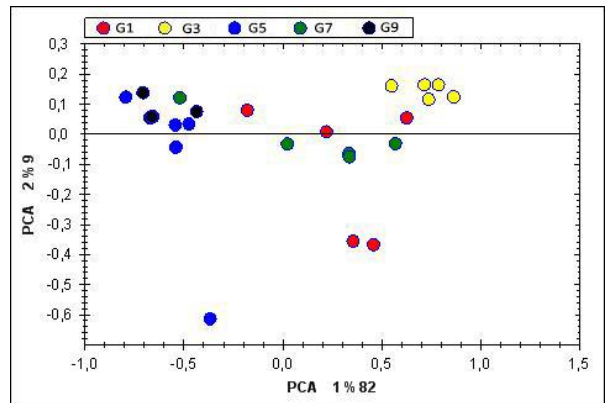
	T1	T3	T5	T7	T9
<b>Sertlik</b>	1351,14±263,97 <sup>a</sup>	1231,14±447,30 <sup>b</sup>	1078,89±333,56 <sup>bc</sup>	1047,22±243,28 <sup>bc</sup>	801,94±319,06 <sup>b</sup>
<b>Dış yapışkanlık</b>	-8,05±6,02 <sup>a</sup>	-6,68±5,86 <sup>a</sup>	-6,66±3,20 <sup>a</sup>	-6,21±3,56 <sup>a</sup>	-5,45±2,58 <sup>a</sup>
<b>Esneklik</b>	0,36±0,03 <sup>a</sup>	0,34±0,04 <sup>a</sup>	0,34±0,02 <sup>a</sup>	0,36±0,07 <sup>a</sup>	0,35±0,06 <sup>a</sup>
<b>İç yapışkanlık</b>	0,27±0,03 <sup>a</sup>	0,25±0,06 <sup>a</sup>	0,23±0,06 <sup>a</sup>	0,22±0,05 <sup>a</sup>	0,23±0,06 <sup>a</sup>
<b>Çiğnenebilirlik</b>	132,96±34,24 <sup>a</sup>	102,85±45,15 <sup>b</sup>	87,14±38,68 <sup>b</sup>	87,01±40,07 <sup>b</sup>	67,01±38,65 <sup>b</sup>
<b>Elastiklik</b>	0,13±0,03 <sup>a</sup>	0,14±0,03 <sup>a</sup>	0,12±0,03 <sup>a</sup>	0,12±0,03 <sup>a</sup>	0,12±0,04 <sup>a</sup>

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel farkı belirtmektedir ( $p<0,05$ )  $n=10$

Alvarez ve ark. (2008), hasat öncesi 24 saat aç bırakılan hasattan sonra yaprak buz içinde buzdolabı koşullarında depolanmış çipuraların sertlik, dış yapışkanlık, iç yapışkanlık, çiğnenebilirlik ve esneklik değerleri sırasıyla 89,99, -0,22, 0,48, 227,41 ve 5,18 olarak bulunmuştur. 7. analiz gününde sırasıyla 71,30, -0,05, 0,47, 205,01 ve 6,10 değerlerini bulmuşlardır. Caballero ve ark. (2009), ölümden sonra buzda depolanmış çipura da sertlik parametresi için 7. günden 14. güne kadar önemli bir düşüş gözlemlemişlerdir. Ayala ve ark. (2010), depolanmış çipuranın esneklik hariç sertlik ve çiğnenebilirlik parametrelerinde 5. günde öncekine kıyasla yaklaşık yarısı kadar bir azalma olduğunu bildirmişlerdir. Periago ve ark. (2005), doğal ve kültür levreğini karşılaştırdıkları çalışmalarında doku parametrelerinden esneklik, sertlik, iç yapışkanlık ve çiğnenebilirlik için doğal levrek değerlerinin istatistiksel olarak önemli ( $p<0,001$ ) derecede yüksek olduğu bulunmuştur. Dinçer ve ark. (2009), Karadeniz'de kültüre edilen levreğinin sertlik ve çiğnenebilirlik değerleri Ege Denizi'nden gelen örneğe göre daha yüksek ve iç yapışkanlık değerlerinin iki grup ortalaması için aynı olduğunu bildirmişlerdir. Mevcut çalışmada depolama başlangıcı ve bitimi arasında görülen sertlik ve çiğnenebilirlik parametrelerindeki düşüşün nedeni olarak zamana bağlı olarak kaslardaki bağ dokunun zayıflaması sonucu oluştuğu söylenebilir.

### Elektronik Burun Ölçümleri

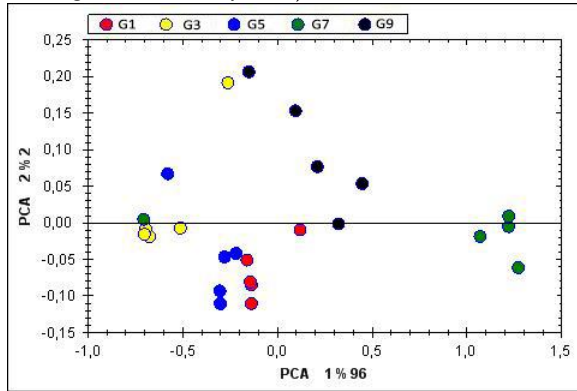
Çipura elektronik burun ölçümlerinde birinci bileşen değeri %82 ve ikinci bileşen değeri %9'dur (Şekil 3). Çipura elektronik burun ölçümlerinde toplam verinin %91'i değerlendirilmiştir. Çipuraya ait ölçümlerin yer aldığı Şekil 3'te 3. günün dağılımının diğerlerinden açık bir şekilde ayrıştığı görülmektedir.



**Şekil 3.** Çipura elektronik burun ölçümleri

Levrek elektronik burun ölçümlerinde birinci bileşen değeri %96 ve ikinci bileşen değeri %2'dir (Şekil 4). Levrek elektronik burun ölçümlerinde toplam verinin %98'i

değerlendirilmiştir. İlk gün dağılımı PCA 2'nin negatif tarafında yer almıştır. 3 ve 5. gün dağılımları tamamen PCA 1'in negatif tarafında toplanmıştır.



Şekil 4. Levrek elektronik burun ölçümleri

Elektronik burun analizi mevcut çalışmada depolamaya bağlı olarak ürün kaynaklı koku da bozulma etkisini gösteren bir artış olup olmadığını belirlemek için gerçekleştirilmiştir. Büyük çoğunlukla analiz günleri arasında farklılaşma Şekil 3 ve 4 üzerinde görülebilmeye karşın Şekil 3'te 5. ve 9. gün dağılımları, Şekil 4'te ilk ve 5. gün dağılımları birbirine çok yakın ya da iç içe geçmiş gibi konumlanmıştır. El Barbri ve ark. (2008), Fas sardalyalarının tazeliğini belirlemek için 15 gün boyunca elektronik burun verilerini temel bileşenler analizi ile incelemişlerdir. Temel bileşenlere ait iki boyutlu düzlemin yatay eksenine göre 1, 3, 5 ve 7. analiz günlerine ait verilerin kütle merkezlerinin çevresinde toplandığını bildirmişlerdir. 1. ve 3. günler özellikle taze olarak nitelendirilmiştir. Diğer günlere ait veriler düzlem üzerinde geniş bir alana dağılmıştır. El Barbri ve ark. (2008), bunun nedeni olarak 4°C'de depolanmış sardalyanın tepe boşluğunda yeni uçucu bileşenlerin meydana gelmesi ile açıklanabileceğini bildirmişlerdir. Bu uçucu bileşenler alkoller, aldehitler, ketonlar, aminler ve sülfür bileşenleri sayılabilir. Sardalya gibi yağlı bir balıkta koku değişimi lipid oksidasyonuna bağlı olarak aldehitlerden kaynaklanabilir. Olafsdottir ve ark. (2005b), morina filetolarında depolamaya bağlı oluşan uçucu bileşenleri hem gaz kromatografisi kütle spektrometresi hem CO gaz sensörüne sahip elektronik burun ile tespit etmiştir. CO sensörü alkol, aldehit ve esterlere duyarlıdır. Depolamayla beraber alkol, aldehit ve ester miktarındaki artış, CO sensörünün yanıtlarındaki artışla orantılıdır. Limbo ve ark. (2009), farklı sıcaklıklarda

Çizelge 6. Bilgisayarlı resim analizi renk verileri

	Çipura			Levrek		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
T1	65,65±0,91 <sup>a</sup>	2,78±0,76 <sup>a</sup>	3,91±0,76 <sup>a</sup>	61,14±1,90 <sup>ac</sup>	1,96±0,58 <sup>a</sup>	3,67±1,21 <sup>a</sup>
T3	64,61±1,27 <sup>a</sup>	2,55±1,21 <sup>a</sup>	3,30±1,13 <sup>a</sup>	63,88±0,66 <sup>b</sup>	0,52±0,12 <sup>b</sup>	4,15±1,74 <sup>ac</sup>
T5	64,02±3,67 <sup>a</sup>	2,53±0,51 <sup>a</sup>	3,91±0,93 <sup>a</sup>	61,28±1,78 <sup>ac</sup>	2,76±0,79 <sup>ac</sup>	8,68±1,56 <sup>b</sup>
T7	64,13±0,80 <sup>a</sup>	0,43±0,26 <sup>b</sup>	7,58±0,88 <sup>b</sup>	62,71±0,85 <sup>bc</sup>	3,27±0,88 <sup>c</sup>	6,09±1,20 <sup>ab</sup>
T9	65,09±2,83 <sup>a</sup>	2,08±1,09 <sup>a</sup>	9,31±1,61 <sup>b</sup>	60,40±0,91 <sup>a</sup>	1,88±0,60 <sup>a</sup>	6,33±1,80 <sup>bc</sup>

Aynı sütunda farklı harfler istatistiksel farkı belirtmektedir (p<0,05)

Misimi ve ark. (2007), somon filetoları üzerinde beş farklı noktadan bilgisayarlı resim analizini kullanarak yaptıkları ölçümlerde L\* değeri 62-64 aralığında, a\* değeri 27-38 aralığında ve b\* değeri 54-61 aralığında bulunmuştur. Roche SalmoFan renk kartlarından gelen değerler ile bilgisayarlı

depolanmış levreğin kalitesini 10 metal oksit yarıiletken sensöre sahip bir elektronik burun ile izlemiştir. Alkol ve aromatik bileşenlere duyarlı W2S sensörünün yanıtları zamanla artmasına karşın hidrojene duyarlı W6S sensörü -0,5°C'de tepki vermemiştir. Hesaplamalar -0,5°C'de 0 ile 7 gün arasını ve 4,8°C'de 0 ile 3,9 gün arasındaki örnekleri "taze" olarak sınıflandırmıştır. Güney ve Atasoy (2012), elektronik burun ile 6 analiz gününde istavrit balığının tazeliğini değerlendirmişlerdir. En iyi sınıflandırmayı sağlamak için tüm sensörleri aynı anda değil farklı sayıdaki sensörleri seçerek kullanmışlardır. Elektronik burun verilerini sınıflandırmak için "k-en yakın komşu", yapay sinir ağları ve karar ağacı modellerini kullanmışlardır. Bu modellerin başarı oranları sırasıyla %68,81, %63,63 ve %90,69 olarak bildirilmiştir. Temel bileşenler analizinin sınıflandırma amacıyla kullanılmamasından dolayı (Hines ve ark., 2003), mevcut çalışmada elektronik burun verileri depolamaya bağlı olarak koku yoğunluklarındaki değişimi göstermiştir. Amonyak benzeri ve "balıksı" kokuların gelişimi trimetilamin oksidi (TMAO) trimetilamine dönüştürebilen belirli balık bozulma organizmalarıyla ilişkilidir (Di Natale ve Olafsdottir, 2009). *Pseudomonas spp.* ve *Shewanella spp.* soğutulmuş balıklarda başlıca belirli bozulma organizmaları olarak bilinir (Olafsdottir ve ark., 2005b). Depolama sırasında balık kalitesinin kötüleşmesi sonucu aldehitler, ketonlar, sülfür bileşenleri, esterler ve aminlerin oluşmasıyla mevcut çalışmada koku yoğunluğunun değiştiği düşünülebilir. Mevcut çalışmada, kullanılan elektronik burunun sahip olduğu sensörler belirli gazları ya da aromaları belirleyen sensörler olmadıkları için yukarıda bahsedilen bileşenlerin oluşumuna dair net bilgi verilememektedir. Persaud (2016), çok az sayıda sensörün tek bir kimyasala yanıt verdiğini bildirmiştir. Bununla beraber, kullanılmış kuartz kristal mikrobalsans sensörler piezoelektrik yapıda olmaları nedeniyle koku molekül kütlelerindeki değişime hassastır.

#### Bilgisayarlı Resim Analizi Bulguları

Levrek L\* parametresi için inişli çıkışlı bir seyir sergilemiş olmasına rağmen, her iki tür için L\* başlangıç değeri depolamanın sonunda az miktarda bir düşüş göstermiştir. Kırmızılık değeri veren a\* değeri çipuranın 7. analiz gününde istatistiksel farklılık göstermiştir (p<0,05). Depolama sonuna değeri sarılık değeri b\* her iki tür için de artmış ve depolamanın ilk günü ile bitimi arasında istatistiksel fark önemli (p<0,05) bulunmuştur (Çizelge 6).

resim analizinin tespit ettiği değerler arasında fazla farklılaşma olmadığını ve bildirmişlerdir. Dowlati ve ark. (2013), buzda depolanmış doğal ve kültür çipuranın solungaçlarının depolama boyunca renk değişimlerini

incelemişlerdir. Her iki tür için  $L^*$  ve  $b^*$  değerinin depolama zamanı ile beraber lineer olarak arttığını ve  $a^*$  değerinin 17 günlük depolama sonunda dikkate değer şekilde düştüğünü bulmuşlardır. Costa ve ark.(2013), organik ve konvansiyonel olarak yetiştirilen levrekler arasındaki farkı belirlemek için bilgisayarlı resim analizi tekniğini kullanmışlardır. RGB renk uzayı ortalama değerlerine göre en büyük farkın kafa bölgesinde tespit edilmiştir.

## SONUÇ

Mevcut çalışmada çipura ve levrek balıkları depolama sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri sayımına göre sınır değerini aştığı için kalite takibi bitirilmiştir. Bilgisayarlı resim analizi tekniği  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  renk parametrelerine göre balığın tüm yüzeyinde meydana gelen değişimleri tespit etmiştir. Bununla beraber çalışmanın tüm depolama periyotlarında bulunmuş renk değişimlerinin benzer olmadığı da gözlemlenmiştir. Özellikle balık yüzeyinde ölüm sonrası gözlemlenen mukozanın bu durum üzerinde etkili olduğu söylenebilir. Elektronik burun ölçümleri depolama zamanlarını çoğunlukla ayırtmıştır. Çalışmada kullanılmış balıkların depolama boyunca salınım yaptıkları kokuların molekül ağırlığı bilinmemektedir. Temel bileşenler analizi ile işlenmiş elektronik burun ölçümlerine ait şekillerde ardışık olmayan analiz günlerinin birbirine yakın konumlanması bu nedenle açıklanabilir. Bilgisayarlı resim analizi tekniği ve elektronik burun uygulamaların çipura ve levrek balıklarının kalite takibinde potansiyel kullanılabilirlikleri vardır.

## KAYNAKLAR

Abdullah MZ (2008) Image Acquisiton Systems. Computer Vision Technology for Food Quality Evaluation, Sun, D.W. (eds.) Academic Press, Elsevier, 3-35.

Alasalvar C, Taylor KD, Öksüz A, Garthwaite T, Alexis MN, Grigorakis K (2001) Freshness Assessment Of Cultured Sea Bream (*Sparus aurata*) By Chemical, Physical And Sensory Methods. Food Chemistry 72: 33-40.

Alvarez A, Garcia Garcia B, Garrido MD, Hernandez MD (2008) The Influence Of Starvation Time Prior To Slaughter On The Quality Of Commercial-Sized Gilthead Seabream (*Sparus aurata*) During Ice Storage. Aquaculture 284: 106-114.

AOAC. 1984, Official methods of analysis.(14th ed.).Washington, DC, USA: Assocaion of Official Analytical Chemists.

Ayala MD, Abdel I, Santaella M, Martinez C, Periago MJ, Gil F, Blanco A, Albors OL (2010) Muscle Tissue Structural Changes And Texture Development In Sea Bream, *Sparus aurata* L., During Post-Mortem Storage. LWT Food Science and Technology 43: 465-475.

Balaban MO, Kristinsson HG, Otwell WS (2006) Color Enhancement And Potential Fraud In Using CO<sub>2</sub> In Modified Atmosphere Processing and Packaging of Fish: Filtered Smokes, Carbon Monoxide & Reduced Oxygen

Packaging, Otwell WS, Balaban MO, Kristinsson HG (eds.), Blackwell Publishing. 127-140.

Barat JM, Gil L, Garcia- Breijo E, Aristoy MC, Toldra F, Martinez-Manez R, Soto J (2008) Freshness Monitoring Of Sea Bream (*Sparus aurata*) With A Potentiometric Sensor. Food Chemistry 108: 681-688.

Caballero MJ, Betoncar M, Escrig JC, Montero D, Espinosa de los Monteros A., Castro P, Gines R, Izquierdo M (2009) Post Mortem Changes Produced In The Muscle Of Sea Bream (*Sparus aurata*) During Ice Storage. Aquaculture 291: 210-216.

Chen YR, Chao K, Kim MS (2002) Machine Vision Technology For Agricultural Applications, Computers and Electronics in Agriculture 36: 173- 191.

Çaklı, Ş (2010) Su Ürünleri İşleme Teknolojisi I. Ege Üniversitesi Yayınları, Bornova, İzmir.

Çaklı Ş, Kılınç B, Cadun A, Dinçer T, Tolasa S (2006a) Effects Of Gutting And Ungutting On Microbiological, Chemical, And Sensory Properties Of Aquacultured Sea Bream (*Sparus aurata*) And Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored In Ice. Critical Reviews in Food Science and Nutrition 46: 519-527.

Cakli S, Kilinc B, Cadun A, Dincer T, Tolasa S (2006b) Effects Of Ungutting On Microbiological, Chemical And Sensory Properties Of Aqua Cultured Sea Bream (*Sparus aurata*) And Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored In Ice. European Food Research Technology 222: 719-726.

Cakli S, Kilinc B, Cadun A, Tolasa S (2006c) Effects Of Using Slurry Ice On The Microbiological, Chemical And Sensory Assessments Of Aquacultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored At 4°C. European Food Research Technology 222: 130-138.

Costa C, Menesatti P, Rambaldi E, Argenti L, Bianchini ML (2013) Preliminary Evidences Of Colour Differences In European Sea Bass reared Under Organic Protocols. Aquacultural Engineering 57: 82-88.

Damar S, Yağız Y, Balaban MO, Ural S, Oliveira ACM, Crapo CA (2006) Prediction Of Oyster Volume And Weight Using Machine Vision. Journal of Aquatic Food Product Technology 15: 3-15.

Di Natale C, Olafsdottir G (2009) Electronic Nose And Electronic Tongue, Fishery Products Quality, Safety and Authenticity, Rehbein H, Oehlenschläger J (Eds.) Wiley-Blackwell 105-126.

Dinçer MT, Cadun A, Gamsız K (2009) Ege Denizi ve Karadeniz'de Kültüre Edilmiş Levreğin Kalite Parametrelerinin Kıyaslanması. İstanbul Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi 24: 25-37.

Dowlati M, Mohtasebi SS, Omid M, Razavi SH, Jamzad M, De La Guardia M (2013) Freshness Assessment Of Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*) By Machine Vision Based On Gill And Eye Color Changes. Journal of Food Engineering 119: 277-287.

El Barbri N, Llobet E, El Bari N, Correig X, Bouchikhi B (2008) Application Of A Portable Electronic Nose System To Assess The Freshness Of Moroccan Sardines. Materials Science and Engineering C 28: 666-670.

- Erdem ÖA (2016) Kültüre Edilen Bazı Balık Türlerinde Elektronik Burun ve Bilgisayarlı Resim Analizi Kullanılarak Soğuk Muhafazada Kalite Takibi. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Erdem ÖA, Dinçer MT, Çaklı Ş, Balaban M (2011) Su Ürünlerinde Bilgisayarlı Resim Analizi Ve Spektrofotometrik Renk Ölçüm Metodunun Kıyaslanması. Ünlüsayın M, Çakır D (eds), XVI. Ulusal Su Ürünleri Sempozyumu, 25-27 Ekim 2011, Antalya, Türkiye, 66.
- Erkan N, Özden Ö (2006) Gutted And Ungutted Seabass (*Dicentrarchus labrax*) Stored In Ice: Influence On Fish Quality And Shelf-life. International Journal of Food Properties 9: 331-345.
- Erkan N, Üreter G (2010) The Effect Of High Hydrostatic Pressure On The Microbiological, Chemical And Sensory Quality Of Fresh Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). European Food Research Technology 230: 533-542.
- Fuentes A, Fernandez-Segovia I, Serra JA, Barat JM (2010) Comparison Of Wild And Cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Quality. Food Chemistry 119: 1514-1518.
- Grigorakis K, Taylor KDA, Alexis MN (2003) Seasonal Patterns Of Spoilage Of Ice-Stored Cultured Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). Food Chemistry 81: 263-268.
- Güney S, Atasoy A (2012) An Electronic Nose System For Assessing Horse Mackerel Freshness. International Symposium on Innovations in Intelligent Systems and Applications INISTA, Trabzon, 02/07/2012 - 04/07/2012.
- Harrigan WF, McChance ME (1976) Laboratory Methods In Food And Dairy Microbiology. London: Academic Press Inc.
- Hines EL, Boilot P, Gardner JW, Gongora MA (2003) Pattern Analysis for Electronic Noses. Handbook of Machine Olfaction Electronic Nose Technology, Pearce, T.C., Schiffman, S.S., Nagle, H.T., Gardner, J.W. (eds.) Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 133-160.
- ICMSF (1986) Microorganisms in Foods: 2. Sampling or Microbiological Analysis Principles and Specific Applications, 2<sup>nd</sup> edn. University of Toronto Press, Toronto, Ontario.
- Kilinc B, Cakli S, Cadun A, Dincer T, Tolasa S (2007) Comprasion Of Effects Of Slurry Ice And Flake Ice Pretreatments On The Quality Of Aquacultured Sea Bream (*Sparus aurata*) And Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored At 4°C. Food Chemistry 104: 1611-1617.
- Korel F, Luzuriaga DA, Balaban MO (2001) Objective Quality Assessment Of Raw Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Fillets Using Electronic Nose And Machine Vision, Journal of Food Science 66: 1018-1024.
- Lemon DW (1975) An Improved TBA Test For Rancidity. In New Series Circular, no 51; Oceans Canada, Halifax Laboratory: Halifax, Nova Scotia.
- Limbo S, Sinelli N, Torri L, Riva M (2009) Freshness Decay And Shelf Life Predictive Modelling Of European Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Applying Chemical Methods And Electronic Nose. LWT- Food Science and Technology 42: 977-984.
- Mai NTT, Martinsdottir E, Sveinsdottir K, Olafsdottir G, Arason S (2009) Application of Quality Index Method, Texture Measurements and Electronic Nose to Assess the Freshness of Atlantic Herring (*Clupea harengus*) Stored in Ice. World Academy of Science, Engineering and Technology 57: 283-289.
- Martinsdottir E, Schelvis R, Hyldig G, Sveinsdottir K (2009) Sensory Evaluation Of Seafood: General Principles And Guidelines. Fishery Products Quality, Safety and Authenticity, Rehbein, H. and Oehlenschläger, J.(Eds.), Wiley-Blackwell, 411-424.
- Miyasaki E, Mathiasen JR, Erikson U (2007) Computer Vision-Based Sorting Of Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Fillets According To Their Color Level. Journal of Food Science 72: S30-35.
- Miyasaki T, Hamaguchi M, Yokoyama S (2011) Change Of Volatile Compounds In Fresh Fish Meat During Ice Storage. Journal of Food Science 76: C1319-1325.
- Nanto H, Stetter JR (2003) Introduction to Chemosensors. Handbook of Machine Olfaction Electronic Nose Technology, Pearce, T.C., Schiffman, S.S., Nagle, H.T., Gardner, J.W. (eds.) Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 79-104.
- Nishimoto J, Suwetja IK, Miki H (1985) Estimation Of Keeping Freshness Period And Practical Storage Life Of Mackerel Muscle During Storage At Low Temperatures. Memoirs of Faculty of Fisheries Kagoshima University 34: 89-96.
- Olafsdottir G, Chaine E, Westad F, Jonsdottir R, Thalmann CR, Bazzo S, Labreche S, Marcq P, Lundby F, Haugen JE (2005a) Prediction Of Microbial And Sensory Quality Of Cold Smoked Atlantic Salmon (*Salmo salar*) By Electronic Nose. Journal of Food Science 70: 563-574.
- Olafsdottir G, Jonsdottir R, Lauzon HL, Luten J, Kristbergsson K (2005b) Characterization Of Volatile Compounds In Chilled Cod (*Gadus morhua*) Fillets By Gas Chromatography And Detection Of Quality Indicators By An Electronic Nose. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 10140-10147.
- Oliveira ACM, O'Keefe SF, Balaban MO (2004) Video Analysis To Monitor Rigor Mortis In Cultured Gulf Of Mexico Sturgeon (*Ancipenser oxyrinchus desotoi*). Journal of Food Science 69: E392-397.
- Özden Ö, İnuğur M, Erkan N (2007) Effect Of Different Dose Gamma Radiation And Refrigeration On The Chemical And Sensory Properties And Microbiological Status Of Aqua Cultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*). Radiation Physics and Chemistry 76: 1169-1178.
- Periago MJ, Ayala MD, Lopez-Albors O, Abdel I, Martinez C, Garcia-Alcazar A, Ros G, Gil F (2005) Muscle Cellularity And Flesh Quality Of Wild And Farmed Sea Bass, *Dicentrarchus labrax* L. Aquaculture 249: 175-188.
- Persaud K (2016) Electronic Noses and Tongues in the Food Industry. Electronic Noses and Tongues in Food Science, Preedy, V., Rodriguez Mendez, M.L. (eds.), Academic Press Elsevier, 3-14.
- Robles-Martinez C, Cervantes E, Ke PJ (1982) Recommended Method For Testing The Objective Rancidity Development In Fish Based On TBARS Formation. Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences No.1089, Halifax, Nova Scotia, Canada.

- Schubring R (2002) Texture Measurement On Gutted Cod During Storage In Ice Using A Hand Held Instrument. Informationen für die Fischwirtschaft aus der Fischereiforschung 49: 25-27.
- Schubring R (2009) Colour measurement. Fishery Products Quality, Safety and Authenticity, Rehbein, H. and Oehlenschläger, J.(Eds.), Wiley-Blackwell, 127-172.
- Taliadourou D, Papadopoulos V, Domuridou E, Savvaidis IN, Kontominas G (2003) Microbiological, Chemical And Sensory Changes Of Whole And Filleted Mediterranean Aquacultured Sea Bass (*Dicentrarchus labrax*) Stored In Ice. Journal of the Science of Food and Agriculture 83: 1373-1379.
- Vyncke W (1996) Comparison Of The Official EC Method For The Determination Of Total Volatile Bases In Fish With Routine Methods. Archiv für Lebensmittelhygiene 47: 110-112.
- Zaragoza P, Fuentes A, Fernandez Segovia I, Vivancos JL, Rizo A, Ros Lis JV, Barat JM, Martinez Manez R (2013) Evaluation Of Sea Bream (*Sparus aurata*) Shelf Life Using An Optoelectronic Nose. Food Chemistry 138: 1374-1380.